

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-145774

(43)Date of publication of application : 26.05.2000

(51)Int.Cl.

F16C 32/04

(21)Application number : 10-326894

(71)Applicant : KOYO SEIKO CO LTD

(22)Date of filing : 17.11.1998

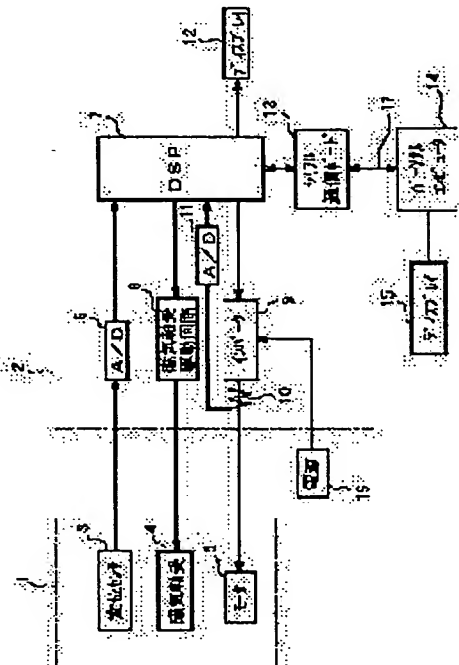
(72)Inventor : KAMIYAMA HIROTOMO  
KUBO ATSUSHI

## (54) CONTROL-TYPE MAGNETIC BEARING DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To always secure stable rotation by controlling the position of a rotor on the basis of output of a displacement detecting means and changing supporting rigidity of the rotor on the basis of output of a current detecting means of a motor.

SOLUTION: Output of a displacement sensor 3 is input to a DSP 7 through an A/D converter 6, calculation based on specified controlling characteristics is performed for specified sampling time, a magnetic bearing 4 is driven by a magnetic bearing driving circuit 8, and the position of the rotor is controlled. Current of a motor 5 is detected by a current sensor 10, and the output is input as current I to the DSP 7 through an A/D converter 11 and read for each specified sampling time. When load of the motor 5 is increased and the current I is larger than the reference current, the DSP 7 increases a gain, increases floating force of the magnetic bearing 4, improves supporting rigidity of the rotor, and stabilizes supporting. Therefore, magnetic floating force is enhanced in relation to the increase of motor load incapable of being obtained only the displacement detection, and stabilization of the rotation can be achieved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-145774

(P2000-145774A)

(43)公開日 平成12年5月26日(2000.5.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI'

テーマコード(参考)

**F 1 6 C 32/04**

**F 1 6 C 32/04**

**A 3 J 1 0 2**

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平10-326894

(22)出願日 平成10年11月17日(1998. 11. 17)

(71)出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(72)発明者 上山 拓知

大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋  
精工株式会社内

(72)発明者 久保 厚

大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋  
精工株式会社内

(74) 代理人 100092705

弁理士 渡邊 隆文

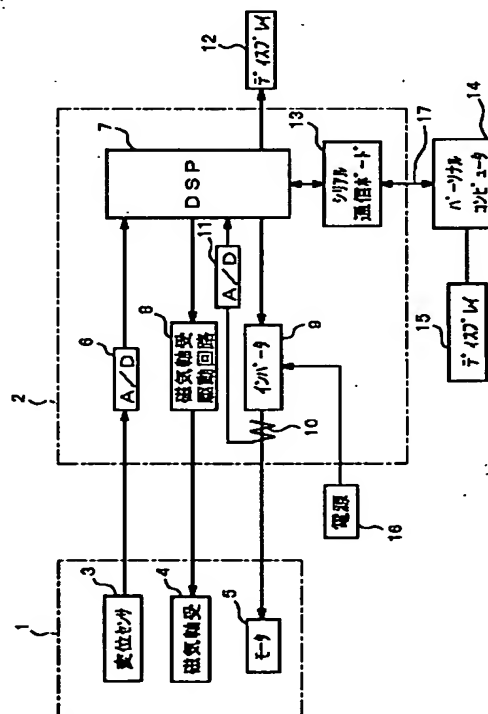
Fターム(参考) 3J102 AA01 BA03 BA19 CA10 DB05  
DB10 DB11 DB22 DB37 GA06

(54) 【発明の名称】 制御型磁気軸受装置

(57) 【要約】

【課題】 常に回転体の安定回転を確保する制御型磁気軸受を提供する。

【解決手段】 電流センサ１０によりモータ５に流れる電流を検出し、電流が基準値より増大すると、ＤＳＰ７は、磁気軸受４の支持剛性を高める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転体を回転駆動するモータと、前記回転体を非接触支持する磁気軸受と、前記回転体の変位を検出する変位検出手段と、前記モータに供給される電流を検出する電流検出手段と、前記変位検出手段の出力に基づいて前記回転体の位置制御を行うべく前記磁気軸受を制御し、前記電流検出手段の出力に基づいて前記回転体の支持剛性を変化させるべく前記磁気軸受を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする制御型磁気軸受装置。

【請求項2】 前記電流検出手段の出力に基づいて前記モータの負荷に関する情報を表示する表示手段が、前記制御手段に接続されたことを特徴とする請求項1記載の制御型磁気軸受装置。

【請求項3】 前記表示手段がシリアル通信線を介して前記制御手段に接続されたことを特徴とする請求項2記載の制御型磁気軸受装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えばターボ分子ポンプ等の回転装置における回転体を磁気軸受により非接触支持して高速回転させる制御型磁気軸受装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の制御型磁気軸受は、磁気軸受によって浮上させた回転体をモータによって高速回転させるとともに、回転駆動中の回転体の変位を変位センサで検出して、これに基づいて磁気軸受を制御し、回転体の位置制御を行うものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記のような従来の制御型磁気軸受では、回転体の浮上力が不安定となった場合、変位センサによる変位検出のみではこれを検出できない場合があり、回転体の安定した回転が確保できない場合があった。

【0004】 上記のような従来の問題点に鑑み、本発明は、常に回転体の安定回転を確保する制御型磁気軸受を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明の制御型磁気軸受装置は、回転体を回転駆動するモータと、前記回転体を非接触支持する磁気軸受と、前記回転体の変位を検出する変位検出手段と、前記モータに供給される電流を検出する電流検出手段と、前記変位検出手段の出力に基づいて前記回転体の位置制御を行うべく前記磁気軸受を制御し、前記電流検出手段の出力に基づいて前記回転体の支持剛性を変化させるべく前記磁気軸受を制御する制御手段とを備えたものである（請求項1）。上記のように構成された制御型磁気軸受装置において、電流検出手段は

モータに供給される電流を検出する。制御手段は、変位検出手段の出力に基づいて通常の回転体の位置制御を行うのみならず、電流検出手段の出力に基づいて磁気軸受を制御し、モータの負荷に応じて回転体の支持剛性を変化させる。従って、変位検出だけでは捉えきれないモータの負荷の増大に対しても、制御手段は、磁気軸受の磁気浮上力を強化して回転体の回転の安定を図る。

【0006】 上記制御型磁気軸受装置（請求項1）において、電流検出手段の出力に基づいてモータの負荷に関する情報を表示する表示手段が、制御手段に接続されていてもよい（請求項2）。この場合、表示手段にはモータに供給される電流すなわち、モータの負荷の状態を表示することができる。

【0007】 上記制御型磁気軸受装置（請求項2）において、表示手段がシリアル通信線を介して制御手段に接続されていてもよい（請求項3）。この場合、表示手段にはシリアル通信線を介して、モータの負荷の状態を表示することができる。

## 【0008】

【発明の実施の形態】 図1は、本発明の一実施形態による制御型磁気軸受装置の構成を示すブロック図である。当該装置はターボ分子ポンプ等の高速回転する回転体（図示せず）を支持するものであり、主として、回転体を含む機械本体1と、この機械本体1と電氣的に接続されたコントローラ2とにより構成されている。機械本体1には、回転体の変位を検出する変位センサ3、回転体を磁氣的に非接触支持する磁気軸受4、及び、回転体を回転させるモータ5が設けられている。変位センサ3は、通常、回転体に対してラジアル方向及びアキシャル方向に、それぞれ複数個設けられる。但し、図面上は簡略化して1個の変位センサ3のみを示している。

【0009】 一方、コントローラ2には、ソフトウェアプログラムが可能で高速実時間処理が可能な専用ハードウェアからなるDSP（デジタル信号処理プロセッサ）7、このDSP7とそれぞれ接続されたA/Dコンバータ6、磁気軸受駆動回路8、インバータ9、電流センサ10及びA/Dコンバータ11、並びに、シリアル通信ボード13が設けられている。なお、上記変位センサ3及びA/Dコンバータ6により、変位検出手段が構成されており、電流センサ10及びA/Dコンバータ11により電流検出手段が構成されている。またDSP7及び磁気軸受制御回路8により磁気軸受4の制御手段が構成されている。

【0010】 上記DSP7は、インバータ9に対してモータ制御信号を与え、インバータ9は、これに基づいて、モータ5が所定の回転速度で回転し且つ所定の回転トルクを発生するように駆動する。なお、インバータ9は電源16から電源の供給を受けている。一方、回転体の変位は複数の変位センサ3によって検出される。変位センサ3の出力はA/Dコンバータ6によりデジタル

信号に変換され、このデジタル信号がDSP 7に入力される。DSP 7は所定のサンプリング時間ごとに当該デジタル信号に対して所定の制御特性に基づく演算処理（PID演算等）を施し、磁気軸受駆動回路8に対する磁気軸受制御信号を決定し、出力する。磁気軸受駆動回路8は、磁気軸受制御信号に基づいて磁気軸受4を駆動し、これによって回転体の位置制御が行われる。

【0011】図2は、DSP 7において所定のサンプリング時間ごとに行われるルーチンである。図1及び図2を参照して、モータ5に流れる電流は、電流センサ10により検出される。電流センサ10の出力はA/Dコンバータ11を介してデジタル信号に変換された後、電流IとしてDSP 7に入力される。DSP 7は、入力された電流Iを所定のサンプリング時間毎に読みとる（ステップ101）。モータ5が所定の回転速度で回転している状態の基準電流を $I_n$ とすると、DSP 7は、電流Iが基準電流 $I_n$ より大きいのか否かを判断する（ステップ102）。例えば回転体の浮上力が不安定となり、モータ5の負荷が増大した場合には、電流Iが基準電流 $I_n$ より大きくなる。ステップ102において、電流Iが基準電流 $I_n$ より大きい場合は、DSP 7はステップ103に進み、例えば $I/I_n$ に比例して制御特性の変更を行う。具体的には、モータ5の負荷の増大に対抗すべく、前記制御特性のパラメータを制御し、ゲインを上げる。この結果、磁気軸受4の浮上力は増大し、回転体の支持剛性が向上する。従って、回転体の支持は安定したものとなる。

【0012】一方、ステップ102において、電流Iが基準電流 $I_n$ 以下である場合、DSP 7はステップ104に進み、基準の制御特性を維持する。既に制御特性が変更されている場合は、基準の制御特性に戻す。このようにして、モータに供給されている電流Iを基に、モータの負荷の増減に伴い、回転体浮上力を制御し、支持剛性を変化させることで、回転体浮上力を常に安定させることができる。

【0013】また、図1において、ディスプレイ12にはモータ電流の表示をリアルタイムに行うことができる。従って、モータ5の負荷の状態を監視することができる。一方、シリアル通信ボード13からRS232C通信ケーブル17を介してパーソナルコンピュータ14を接続すれば、コンピュータ14のディスプレイ15にも、モータ電流の表示をリアルタイムに行うことができ

る。従って、モータ5の負荷の状態を遠方から常時監視することができる。

【0014】なお、上記実施形態では電流センサ10をインバータ9とモータ5との接続線上に設けたが、インバータ9に内蔵することも可能である。

【0015】

【発明の効果】以上のように構成された本発明は以下の効果を奏する。請求項1の制御型磁気軸受装置によれば、制御手段は、変位検出手段の出力に基づいて通常回転体の位置制御を行うのみならず、電流検出手段の出力を加味して磁気軸受を制御し、モータの負荷に応じて回転体の支持剛性を変化させるので、変位検出だけでは捉えきれないモータの負荷の増大に対しても、磁気浮上力が強化され、常に回転体の回転の安定を図ることができる。

【0016】請求項2の制御型磁気軸受装置によれば、電流検出手段から情報を受けた表示手段に、モータに供給される電流すなわち、モータの負荷の状態を表示することができるので、負荷の状態を容易に把握することができる。

【0017】請求項3の制御型磁気軸受装置によれば、電流検出手段からシリアル通信線を介して情報を受けた表示手段に、モータの負荷の状態を表示することができるので、負荷の状態を遠方でも監視することができる。

【図面の簡単な説明】

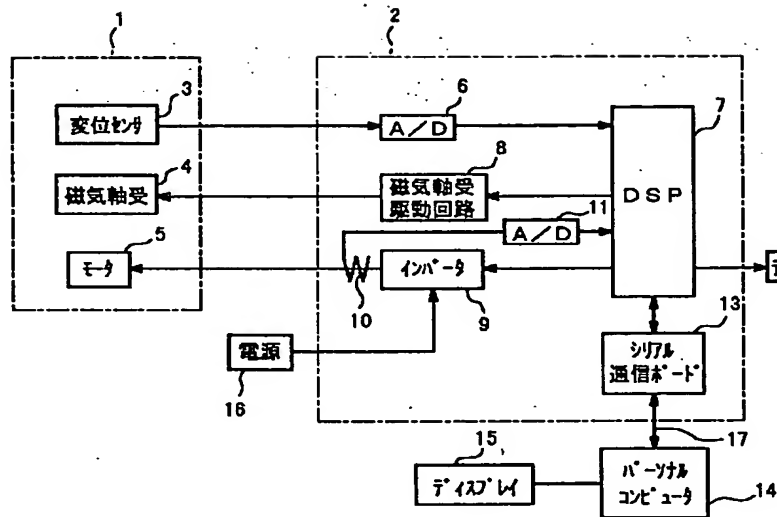
【図1】本発明の一実施形態による制御型磁気軸受装置のブロック図である。

【図2】図1に示したDSPによって定期的に行われる一部の処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

- 3 変位センサ
- 4 磁気軸受
- 5 モータ
- 6, 11 A/Dコンバータ
- 7 DSP
- 8 磁気軸受駆動回路
- 10 電流センサ
- 12, 15 ディスプレイ
- 13 シリアル通信ボード
- 14 パーソナルコンピュータ
- 17 RS232C通信ケーブル

【図 1】



【図 2】

